



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015109385/03, 17.03.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.03.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.03.2015

(45) Опубликовано: 10.08.2016 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2287496 C1, 20.11.2006. SU 1260344 A1, 30.09.1986. SU 547408 A1, 25.02.1977. SU 737486 A1, 30.05.1980. RU 2049749 C1, 10.12.1995. US 4854861 A1, 08.08.1989. CN 103387347 A, 13.11.2013 .

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
центр интеллектуальной собственности, Маркс
Татьяне Владимировне

(72) Автор(ы):

Уфимцев Владислав Михайлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина" (RU)**

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗВЕСТИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к технологиям производства извести различного назначения, включая производство строительных материалов, и рекомендуется для предприятий мощностью от 10 до 300 тыс т в год. Технический результат заключается в повышении химической активности, улучшении технических и потребительских свойств извести, сокращении сроков технологического цикла производств, использующих известь в качестве вяжущего. Способ получения извести заключается в полном предварительном измельчении всего известняка до размера частиц менее 100 мкр, нефтяного кокса в составе шихты крупностью не более 0,6 мм, а

размер используемых частиц известнякового подстила 15-20 мм, затем используют шихтовые гранулы диаметром 10-12 мм с ускорением их грануляции путем включения известнякового подстила, выделенного из продукта обжига, в состав известняка, поступающего на помол, далее после зажигания шихты воздух, поступающий в слой шихты, разбавляют газовым топливом в режиме, обеспечивающем снижение коэффициента расхода воздуха в газозвдушной смеси от 5 до 3; в процессе обжига шихта в реакторе подвергается вибрации посредством встроенного в него вибратора. 1 з.п. ф-лы, 1 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 593 396** (13) **C1**

(51) Int. Cl.
C04B 2/10 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2015109385/03, 17.03.2015**

(24) Effective date for property rights:
17.03.2015

Priority:

(22) Date of filing: **17.03.2015**

(45) Date of publication: **10.08.2016** Bull. № **22**

Mail address:

**620002, g. Ekaterinburg, ul. Mira, 19, UrFU, tsentr
intellektualnoj sobstvennosti, Marks Tatjane
Vladimirovne**

(72) Inventor(s):

Ufimtsev Vladislav Mikhajlovich (RU)

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Uralskij federalnyj universitet
imeni pervogo Prezidenta Rossii B.N. Eltsina"
(RU)**

(54) **METHOD OF OBTAINING LIME**

(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: invention relates to production of lime for various purposes, including production of construction materials, and is recommended for enterprises with capacity from 10 to 300 thousand t per year. Method of obtaining lime involves complete preliminary grinding of all limestone to particle size of less than 100 mcr, oil coke in charge composition with size of not more than 0.6 mm, and size of used particles of limestone underlayer is 15-20 mm, then charge granules with diameter 10-12 mm are used with acceleration of their granulation by inclusion of

limestone underlayer, extracted from product, into limestone, supplied to grinding, then after ignition of charge air supplied into layer of charge is diluted with gas fuel in conditions providing low coefficient of air flow rate in gas-air mixture from 5 to 3; in process of burning mixture in reactor is subjected to vibration by means of built-in vibrator.

EFFECT: higher chemical activity, improved technical and consumer properties of lime, reduced length of technological production cycles using lime as binder.

1 cl, 1 tbl

RU 2 593 396 C1

RU 2 593 396 C1

Изобретение относится к способам получения извести для разного рода технологий, включая производство строительных материалов, и рекомендуется для предприятий производительностью от 10 до 300 тыс т в год.

Известен способ получения извести, осуществляемый обжигом на агломерационной решетке, в процессе которого мелкие куски известняка смешивают с коксом с последующим факельным зажиганием смеси на движущейся аглорешетке. Колосники решетки предохраняются от прогара «подстилом», слоем обожженной извести. Орешкин О.П. и др. Непрерывный обжиг извести для агломерационной шихты. // Сталь, 1959, №3, с. 197-203 [1]. Недостатками данной технологии являются высокая энергоемкость и низкое качество продукта и снижение продуктивности обжига вследствие использования части полученной извести в качестве подстила.

Известен «Способ получения извести и установка для его осуществления», патент РФ №2287496 от 27.04.2005 [2], принятый за прототип. В отличие от указанного выше способа в этой технологии шихта на обжиг загружается послойно. Нижние слои представлены мелкими фракциями известняка, в середине - средняя по размеру, а на поверхности - наиболее крупная фракция. Обжиговая система представлена двумя реакторами, работающими в разных режимах: например, в одной из них осуществляют факельное зажигание шихты, в то время как в другой завершается обжиг ее нижнего слоя. Шихта загружается в реактор в специальной емкости, т.н. «стакане», посредством кран-балки. По завершению обжига стакан с обожженной известью подают на стэнд разгрузки с последующей передачей порожнего стакана на участок грануляции для повторного заполнения подстилом и шихтой, причем в качестве подстила используют известь.

Недостатками данного способа являются: усложненная подготовка шихты, включающая фракционирование известняка и его послойную загрузку на конвейерную решетку, причем размер куска топлива в каждой фракции известняка должен изменяться адекватно изменению размеру кусков известняка. Кроме того, кусковая известь, получаемая таким способом, весьма гигроскопична и пожароопасна, а ее гашение в технологических целях требует специального оборудования и выдержки от 8 до 24 часов, что существенно удлиняет технологический цикл и таким образом повышает затратность производства изделий на основе извести.

Задачей изобретения является повышение химической активности, улучшения технических и потребительских свойств извести, а также сокращение сроков технологического цикла производств, использующих известь в качестве вяжущего.

Поставленная задача решается:

- полным предварительным измельчением всего известняка до размера частиц менее 100 мкр, кокса в составе шихты крупностью до размера не более 0,6 мм, а размер используемых частиц известнякового подстила 15-20 мм,
- использованием шихтовых гранул диаметром 10-12 мм с ускорением их грануляции путем включения известнякового подстила, выделенного из продукта обжига, в состав известняка, поступающего на помол;
- включением в состав шихты 13-16% нефтяного кокса, содержащего не менее 2% серы;
- после зажигания шихты воздух, поступающий в слой шихты, разбавляют газовым топливом в режиме, обеспечивающем снижение коэффициента расхода воздуха в газозооушной смеси от 5 до 3;
- в процессе обжига шихта в реакторе подвергается вибрации посредством встроенного в него вибратора.

Эффективность заявляемого способа определяли на лабораторной агломерационной установке с реактором диаметром 200 мм и высотой 400 мм с колосниковой решеткой внизу, которая предохранялась от перегрева 35-мм-вым слоем подстила в виде известняка с размером куска 15-20 мм.

- 5 Шихтовый известняк измельчали до среднего размера частиц 90 мкм и перемешивали в соотношении 85:15 с нефтяным коксом фракции менее 0,6 мм, содержащим около 3% серы. Смесь гранулировали на лабораторном грануляторе диаметром 600 мм. Полученные шихтовые гранулы размером 10-12 мм укладывали поверх подстила слоем в 35 мм. Для зажигания гранул на шихту укладывали кусочки нефтекокса, которые
10 поджигали газовой горелкой. В процессе их выгорания воспламенялось топливо в гранулах. Горением кускового нефтекокса на поверхности шихты и нефтекокса в гранулах обеспечивали обжиг поверхностного слоя шихты толщиной около 30 мм, формируя в слое зону горения. Далее, зона горения смещалась вниз - во внутрь слоя, что означало завершение зажигания и обжиг внутренних горизонтов шихтового слоя.
15 При достижении зоной обжига известнякового подстила поверхностные куски известняка подвергаются частичному обжигу.

- Частично обожженный известняк из подстила, содержащий около 40% CaO, использовали как добавку к шихтовому известняку для последующего обжига извести в количестве около 10%. При этом, благодаря присутствию CaO, примерно на 15%
20 возрастала продуктивность грануляции шихты, а прочность гранул увеличивалась в 1,2-1,4 раза.

- По завершению зажигания шихты и обжига верхнего слоя гранул просасываемый воздух разбавляли пропан-бутановой газовой смесью с постепенным уменьшением стехиометрического отношения газ-воздух, т.е. коэффициента расхода воздуха, с 5 до
25 3. При обжиге, вследствие потери известняком почти 40% массы, происходила усадка гранул с уменьшением их размера до 8-10 мм и образованием пустоты у стенки реактора. Плотность структуры гранулированного слоя восстанавливали вибрацией, используя пружинную подвеску опоры реактора и кулачковое устройство с ручным приводом.

- Завершение обжига гранул фиксировали по моменту достижения максимума
30 температуры газов, просасываемых через реактор. Обожженные гранулы, представляющие собой пористые сфероиды размером менее 10 мм, отделяли от подстила на сите с ячейкой 10 мм, измельчали в порошок, определяли их строительно-технические свойства. При комнатном хранении гранулированная известь сохранялась без изменений более 14 суток, тогда как кусковая известь, полученная по прототипу, рассыпалась в
35 порошок по истечении 7 суток.

- Указанное свидетельствует о существенно меньшей гигроскопичности известковых гранул в сравнении с кусковыми аналогами. При контакте с водой имел место разогрев гранул, однако его уровень значительно ниже, чем при контакте с кусковой известью, полученной по прототипу.

- 40 Ниже, в таблице, приведены результаты экспериментов, которые сравниваются с продуктом обжига кусковой извести как по аналогу, см. п. 1, так и по прототипу, см. п. 2.

- Следует указать, что прочность шихтовых гранул и их ударостойкость имеют большую практическую значимость: чем они выше, тем выше воздухопроницаемость
45 слоя шихты, быстрее и эффективнее обжиг. Напротив, при разрушении слабых гранул их обломки заполняют пустоты между гранул, затрудняя фильтрацию воздуха в слое шихты. Главным условием хорошей гранулируемости минеральных порошков и прочности получаемых гранул является высокая дисперсность частиц. Поэтому

известняк в шихте должен иметь размер частиц менее 100 мкм, а гранулы отличаться ударостойкостью, необходимой как при грануляции, так и в последующем - при заполнении реактора шихтой слоем толщиной не менее 40 см.

Качество полученной извести оценивали по содержанию $\text{CaO}_{\text{акт.}}$, масс. % - активной извести в продукте обжига по ГОСТ 9179 и $-\Delta m$, % - потери массы извести после прокаливании при температуре 1000°C, т.е. кальцита - известнякового остатка. Показатель $T_{\text{гашен.}}$, °C - температура гашения, т.е. гидратация извести, определенная по стандарту.

Свойства известняковых гранул и извести на их основе

№	Гранулы		Известь			Примечание
	$R_{\text{сж}}$	H_{max}	$\text{CaO}_{\text{акт.}}$	$-\Delta m$	$T_{\text{гашен.}}$	
1	-	-	95	3	73	по прототипу
2	-	-	82	13	81	по аналогу
3	1.5	90	89	5.1	51	по заявляемому способу(ПЗС)
4	1.1	50	85	8,5	55	ПЗС, на необожженном подстиле
5*	1.4	85	91	7.3	75	ПЗС, на электродном нефтекоксе
6	1.5	60	83	10,4	52	ПЗС, шихтовые гранулы >12мм
7	1.5	90	75	15.2	54	ПЗС. без применения газа
8 ⁺	1.5	90	82	7.8	53	ПЗС, без применения вибрации

$R_{\text{сж}}$, кгс/гранулу - точечная прочность сырцовых гранул на сжатие; H_{max} , см - максимальная высота сброса гранул без их разрушения.

* - по истечении 12 суток нормального хранения происходила самодиспергация гранул в порошкообразное состояние. ⁺ - длительность обжига возрастает примерно 20-25%.

При сопоставлении гранулированной извести, обжиг 3, с агломерационной кусковой известью, обжиг 2, по прототипу, содержание известнякового балласта, в виде кальцита, определяемого по потерям при прокаливании, $-\Delta m$, снижается вдвое - см. таблицу пп. 2 и 3.

Подстил из кускового известняка, верхний слой которого подвергся частичному обжигу, т.е. содержит определенное количество извести, использовали как сырье в последующих опытах. В этом случае при увлажнении шихты и ее грануляции имеет место гашение извести с образованием так называемых «кристаллитов» - коллоидной фазы, ускоряющей грануляцию, повышающей прочность и ударостойкость сырцовых гранул. Указанное улучшает газопроницаемость слоя гранул, что ускоряет обжиг. Напротив, отсутствие извести в шихте, обжиг 4 замедляют грануляцию и существенно ухудшают прочность и ударостойкость сырцовых гранул. Поэтому доля необожженной извести, в сравнении с обжигом 3, увеличивается в 1,5 раза, с 5,1 до 8,5% - см. п. 4.

Содержание топлива в шихте 13-16% позволяет обеспечить оптимальный режим обжига для известняков разного генезиса и с различным размером кристаллов микроструктуры. Принятый в способе размер частиц нефтекокса менее 0,6 мм обеспечивает оптимальный уровень температуры обжига и минимальные потери топлива от химического недожега.

При замене сернистого нефтекокса на малосернистые, менее 1% серы, дефицитные и дорогие аналоги, типа «электродного», у гранулированной продукции в сравнении

сернистым аналогом ускоряется самодиспергация, т.е. сера в известковых гранулах является их «консервантом» - см. п. 5.

Использование в процессе гранул диаметром 10-12 мм обеспечивает оптимальное соотношение между качеством продукции и энергозатратами на подачу воздуха для сжигания топлива внутри гранул. Экспериментально установлено, что уменьшение размера гранул ниже 10 мм повышается гидравлическое сопротивление гранулированного слоя, сопровождающееся увеличением т.н. «подсосов» наружного воздуха, которые снижают температуру обжига гранул у стенок реактора, что стимулирует их «недожог», т.е. повышенное содержание кальцита - см. п. 6. При использовании гранул размером более 12 мм вероятен недожог ядра гранулы, что уменьшит активность продукта

Применение слоевого горения газовой воздушной смеси позволяет выдерживать оптимальные температурные условия обжига на всех горизонтах шихтового слоя, что гарантирует максимальный выход качественной продукции. Указанный эффект достигается при 3-5-кратном разбавлении воздуха, просасываемого через слой гранул, по отношению к стехиометрическому показателю. В этом случае газовоздушная смесь сгорает в зоне горения кокса внутри слоя гранул, которая образуется при зажигании шихты и, вследствие разрежения, создаваемого дымососом, постепенно смещается вниз к подстилу.

Напротив, исключение сжигания газа внутри слоя значительно увеличивает долю «недожогов» в виде кальцита. Так, в опыте 7 доля активного СаО снизилась до 75%, т.е. примерно на 15% - см. п. 7.

В процессе обжига известняковое сырье теряет до 40% массы, что сопровождается так называемой «усадкой». При этом размер гранул уменьшается с 10-12 до 8-10 мм. На практике это явление сопровождается хаотическим образованием пустот на обожженном горизонте слоя гранул, что ощутимо нарушает порядок воздухоподачи: в центре вследствие высокого гидравлического сопротивления возникает дефицит кислорода вследствие уменьшения поступления воздуха. Напротив, скорость воздуха у стенок реактора максимальна, так как гидравлическое сопротивление движению воздуха здесь минимально. Применение вибрации «оживляет» гранулированную массу, придавая ей текучесть, благодаря которой в слое гранул заполняются пустоты, уравнивая гидравлическое сопротивление в поперечном сечении шихтового слоя. Указанное существенно снижает негативные последствия «пристеночного эффекта», повышает продуктивность обжига и качество извести.

Исключение вибрации снижает качество гранулированной извести, повышая в ней долю кальцита, и увеличивает продолжительность обжига, т.е. снижает продуктивность технологии - см. п. 8.

Гранулированная известь является высокоэффективным продуктом, удобным в хранении и использовании. Сферическая форма гранул и умеренный их размер позволяют осуществлять их перемещение разными видами транспорта, в том числе пневматическим с последующим хранением в силосах.

В отличие от кусковой извести она не является ни едким и ни пожароопасным веществом. Кроме того, ее гигроскопичность, т.е. способность поглощать пары воды из воздуха, в сравнении с кусковой, существенно ниже. Так, известковые гранулы способны сохраняться в комнатных условиях до 2-х недель, тогда как кусковая известь к этому сроку частично или полностью рассыпается в порошок.

Техническим результатом изобретения, достигаемого:

- посредством полного предварительного измельчения известняка до размера частиц

менее 100 мкм, нефтяного кокса в составе смеси крупностью не более 0,6 мм и размера куска известняка, используемого в качестве подстила для защиты колосников реактора от повышенных температур - 15-20 мм;

- а также применением сырцовых гранул диаметром 10-12 мм с ускорением их грануляции путем включения использованного известнякового подстила, выделенного из продукта обжига, в состав шихтового известняка поступающего на помол;

- а также включением в состав шихты нефтяного кокса в соотношении: молотый известняк:дисперсный нефтяной кокс в % - 84-87:13-16 с последующим перемешиванием и грануляцией шихты и укладки сырцовых гранул в реактор и их зажиганием, причем используют нефтяной кокс, содержащий не менее 2% серы;

- а также последующим после зажигания гранул разбавлением просасываемого воздуха газовым топливом в режиме снижения коэффициента расхода воздуха в газозооной смеси от 5 до 3, причем в процессе обжига гранулированная шихта в реакторе подвергается вибрации посредством встроенного в него вибратора,

является повышение химической активности, улучшение технических и потребительских свойств извести, а также сокращение сроков технологического цикла производств, использующих известь в качестве вяжущего.

В сравнении с традиционной кусковой известью-кипелкой гранулированная известь, благодаря мелкокристаллической микроструктуре, имеет повышенную активность, что позволяет завершить ее гашение в течение нескольких минут.

Важным достоинством гранулированной извести является ее повышенная технологичность, состоящая в снижении «агрессивности» продукта, представленного гранулами диаметром около 10 мм - как при использовании, так и при хранении и транспортировании.

Формула изобретения

1. Способ получения извести обжигом в слое шихты из кокса и известняка на колосниковой решетке путем их измельчения, дозирования, перемешивания и ее укладку на колосниковую решетку поверх слоя подстила с последующим зажиганием от внешнего источника и ее обжига путем просасывания воздуха через слой шихты, отличающийся тем, что известняк измельчают до размера частиц менее 100 мкм, а кокс - не более 0,6 мм в соотношении 84-87% известняка и 13-16% кокса, а затем перемешивают, увлажняют и гранулируют в гранулы размером 10-12 мм, которые зажигают от внешнего источника, и ведут обжиг, разбавляя просасываемый воздух газовым топливом в режиме, обеспечивающем снижение коэффициента расхода воздуха в газозооной смеси от 5 до 3, и одновременной вибрации шихты, а по завершении обжига использованный известняковый подстил, отделенный от обожженного продукта, перемешивают с шихтовым известняком и подают на совместное измельчение и грануляцию.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что для обжига используют сернистый нефтяной кокс, содержащий не менее 2% серы.